

528,430

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 8 日 (08.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/028720 A1

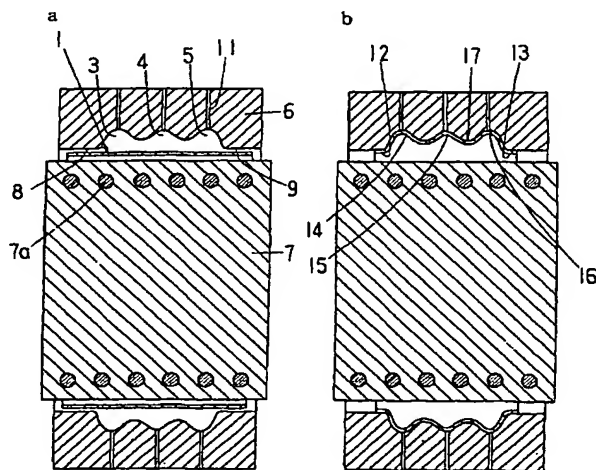
- (51) 国際特許分類: B21D 26/14, 39/08, 53/26
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012372
- (22) 国際出願日: 2003 年 9 月 26 日 (26.09.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-283953 2002 年 9 月 27 日 (27.09.2002) JP  
特願2003-165732 2003 年 6 月 10 日 (10.06.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) [JP/JP]; 〒651-8585 兵庫県 神戸市 中央区脇浜町 2 丁目 1 0 番 2 6 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 今村 美速 (IMA-MURA, Yoshihaya) [JP/JP]; 〒251-0014 神奈川県 藤沢市 宮前字裏河内 1 0 0 番 1 株式会社神戸製鋼所藤沢工場内 Kanagawa (JP). 江口 法孝 (EGUCHI, Noritake)

- [JP/JP]; 〒251-0014 神奈川県 藤沢市 宮前字裏河内 1 0 0 番 1 株式会社神戸製鋼所藤沢工場内 Kanagawa (JP). 櫻井 健夫 (SAKURAI, Takeo) [JP/JP]; 〒141-8688 東京都 品川区 北品川 5 丁目 9 番 1 2 号 株式会社神戸製鋼所内 Tokyo (JP). 谷本 博 (TANIMOTO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒141-8688 東京都 品川区 北品川 5 丁目 9 番 1 2 号 株式会社神戸製鋼所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 梶 良之 (KAJI, Yoshiyuki); 〒532-0011 大阪府 大阪市 淀川区 西中島 5-1 4-2 2 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING TUBULAR RING WITH BEADS AND DIE FOR USE THEREIN

(54) 発明の名称: ビード付き円筒形リングの製造方法及びその方法に用いる金型



(57) Abstract: A die (6) having a molding plane on the inner surface side and a plurality of grooves for molding beads formed in the molding plane along the circumferential direction is arranged on the outer circumferential side of a tubular material ring (1), of which the inner circumferential side is arranged with a coil body (7) for electromagnetic molding. Under that state, a large instantaneous current is fed to the coil body (7) for electromagnetic molding, the tubular material ring (1) is enlarged in diameter and pressed against the molding plane of the die (6), thus performing electromagnetic forming in a shape corresponding to the molding plane. Then, such improvements are made as an air-venting die (6), a splittable die, correction of a roll after electromagnetic forming, a plurality of times of instantaneous application of a large current, a die with a cutter, use of a tubular material ring having a large number of holes, a die with a positioning means, and the like. Consequently, a highly accurate tubular ring with beads can be produced at a low cost with high productivity.

[続葉有]

WO 2004/028720 A1



AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

円筒形素材リング（１）の外周側に、内面側が成形面とされ該成形面に周方向に沿ってビード成形用の複数の溝部が形成された金型

（６）を配置し、円筒形リング（１）の内周側に電磁成形用コイル体（７）を配置する。その状態で電磁成形用コイル体（７）に瞬間大電流を流し、円筒形素材リング（１）を拡張して成形用金型（６）の成形面に押し付け、該成形面に対応した形状に電磁成形する。ここで、エア抜き可能な金型（６）、分割可能な金型、電磁成形後のロール矯正、複数回の瞬間大電流印加、切断刃を有する金型、多数の穴を有する円筒形素材リングの使用、位置決め手段を有する金型、のような改良を加える。これらの改良により、精度が高いビード付き円筒形リングを、低コストで、かつ高い生産性のもとで製造することが可能となる。

## 明 細 書

ビード付き円筒形リングの製造方法及びその方法に用いる金型  
技術分野

- 5 本発明は、例えばランフラットタイヤの補強リング等として利用できるビード付き円筒形リングの製造方法およびその方法に用いる金型に関する。

## 背景技術

- 10 電磁成形は、コイルに瞬間的に大電流を流して強力な磁界を作り、その中に置いた被成形体（導体）に発生する渦電流と磁界の相互作用で成形する方法である。例えば、特開平6-312226号公報、特開平9-166111号公報及び特開昭58-4601号公報等に記載されているように公知技術である。瞬間大電流とは、例えば10kA以上の  
15 レベルの電流値である。

- 特開平6-312226号公報には、この電磁成形を円筒形の部材（中空素材）の加工に応用することが開示されている。その公報の記載によれば、アルミニウム押出材製の中空素材の内部に電磁成形用コイルを挿入配置すると共に、電磁成形用コイルの存在範囲に対応する中空素材  
20 Eの外周側に、拡張形状成形用型を配置し、その状態で、電磁成形用コイルに瞬間大電流を流すことにより、中空素材の外周面を上記拡張形状成形用型に押し付け、該外周面を型に対応する形状の外周面に成形する。このようにして長さ方向に横断面が変化した中空材が製造される。

- しかし、上記公報に記載の方法を単にビード付き円筒形リングの製造  
25 方法に適用しても、製品の寸法精度が十分に得られず、且つ生産効率を上げることもできなかった。電磁成形によるビード付き円筒形リングの

製造方法を実用化しようとするれば、更に様々な工夫が必要とされてきた。

本発明は、従来のビード付き円筒形リングの製造方法の問題点に鑑みてなされたもので、精度が高いビード付き円筒形リングを、低コストで、かつ高い生産性のもとで製造することを目的とする。

#### 発明の開示

本発明に係るビード付き円筒形リングの製造方法は、閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに  
10 対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、前記円筒形素材リングを変形させて前記成形用金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電  
15 磁成形することを基本とし、これに改良を加えたものである。

はじめに、本発明の前提となる電磁成形によるビード付き円筒形リングの製造について述べる。

本発明においてビードとは、円筒形リングの外径方向に突出する突条を意味する。本発明で言うビード付き円筒形リング、例えば、ランフラ  
20 ットタイヤの補強リングを含む。

前述の基本的方法は次の2つの方法を含む。すなわち、閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側に、内面側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された金型を配置し、前記円筒形素材リングの内周側に電磁成形用コイルを配置し、その状態で前記電  
25 磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、前記円筒形素材リングを拡張して前記成形用金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電磁

- 成形する方法（いわゆる拡径加工方法）、および閉じた金属製の円筒形素材リングの内周側に、外面側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の突条が形成された金型を配置し、前記円筒形素材リングの外周側に電磁成形用コイルを配置し、その状態で前記電磁成形用
- 5    コイルに瞬間大電流を流し、前記円筒形素材リングを縮径して前記成形用金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電磁成形方法（いわゆる縮径加工方法）。

- 電磁成形用金型としては、内面側がリング状の成形面とされ、該成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された電磁成形用金型、
- 10    又は外面側がリング状の成形面とされ、該成形面の周方向に沿ってビード成形用の突条が形成され、該突条の両側に溝部が形成された電磁成形用金型が用いられる。

- 円筒形素材リングの素材の種類としては、導電性の良好な銅又は銅合金若しくはアルミニウム又はアルミニウム合金が望ましい。また、これ
- 15    らの素材の質としては、焼鈍材（アルミニウム又はアルミニウム合金であれば、J I S H 0 0 0 1 に規定されるO材）や熱間上がり材（同じくJ I S H 0 0 0 1 に規定されるF材）が望ましい。これら焼鈍材や熱間上がり材は共に導電性が良好であり、また熱間上がり材はさらに低コストで供給できる利点がある。アルミニウム合金は一般に導電率が良好で
- 20    比較的比強度が高く、特にJ I S 6 0 0 0 系アルミニウム合金、なかでも6 0 6 3、6 0 6 1 等が望ましい。5 0 0 0 系であれば特に5 0 5 2 等が望ましい。

- 電磁成形に供される前記円筒形素材リングとして、圧延板材又は押出板材をリング状に曲げ加工し、端部を接合したもの、あるいは円筒形断
- 25    面に押し出し、それを所定長さ（押出軸方向の長さ）に切断したものが利用できる。

- 押出板材の場合、断面の肉厚を任意に設定することができるため、電磁成形により拡張又は縮径したとき薄肉化する箇所（拡張する場合はビードが形成される箇所及びその近傍、縮径する場合はビードの両側の溝部が形成される箇所及びその近傍）を予め比較的肉厚としておけば、電
- 5 磁成形後のビード付き円筒リングの肉厚を均一化することができる。

また、圧延板材又は押出板材をスパイラル管を製造する要領で螺旋状に巻き、その継ぎ目を接合したものを円筒形素材リングとして利用することもできる。この場合、長尺のスパイラル管を製造し、これを円筒形素材リングとして必要な長さに切断してもよい。

- 10 溶接により円筒形リングを形成する場合、重ね溶接では板の重なり部分にどうしても微小な隙間ができ、電磁成形時にそこにスパークが発生して正常な電磁成形を妨げるおそれがあるため、重なり部分ができない突合せ溶接が望ましい。

- 溶接方法として抵抗溶接、ミグ溶接、レーザ溶接、F S W（摩擦攪拌
- 15 溶接）等、各種方法を利用することができ、突合せ継手の開先形状としても各種形状が利用できるが、全周にわたり均一な厚みとすることが望ましく、特に接合後、接合部の肉厚が薄くなるのは望ましくない。逆に、余盛が余りに多い場合はそれを切除する必要がある。このため、余盛りが少ないレーザ溶接が好適である。

- 20 電磁成形は、ごく短時間に被加工物に繰り返し負荷がかかる特性を有するので、形状凍結性が優れ（スプリングバックが少ない）、ビード付き円筒形リングを高精度で成形することができ、真円度を精密に出しやすい。特に放射状に拡張して成形する場合、縮径して成形する場合より高い真円度を実現できる。また、電磁成形が上記特性を有するため、従
- 25 来の加工方法に比べて加工硬化が大きく、ビード（特にビード頂部）は加工硬化により強化される。

ビード付き円筒形リングの用途として、ランフラットタイヤの補強リングが挙げられる。ランフラットタイヤの補強リングは高い真円度が必要で、かつ踏面（タイヤを介して接地する部分）がビード頂部になるため、真円度が高くビードが強化された（つまり拡張径により電磁成形された）ビード付き円筒形リングは、前記補強リングとして特に適する。なお、ランフラットタイヤの補強リングとして、板厚 3 mm 以下のアルミニウム又はアルミニウム合金が用いられる。

前記ビード付き円筒形リングは、素材として円筒形の押出材を用いた場合は接合部がないが、通常は少なくとも 1 箇所の接合部、望ましくは突合せ溶接による接合部を有する。この接合部は、軸方向に平行又は斜めに形成される。

次に、本発明に係るビード付き円筒形リングの製造方法の特徴について述べる。

前記金型の成形面は、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として面対称とする。さらに、前記円筒形素材リングの軸方向の中心位置を前記金型の成形面の軸方向の中心位置に合わせることが望ましい。円筒形素材リングが電磁成形により拡張径又は縮径して成形されるとき、軸方向長さが短縮するが（成形面の溝部に材料が引き込まれるため）、上記のような成形面にすることにより、円筒形素材リングのより均等な短縮及び成形が行われる可能性が高まるからである。なお、金型の成形面の軸方向と円筒形素材リングの軸方向は一致させる。

あるいは、本発明の金型の溝部には、溝部の外と連通する穴を設けておく。すなわち、エア抜きのための穴又はスリットを形成しておく。電磁成形は数 100  $\mu$ sec 前後のごく短時間で成形が完了するため、成形時に金型と円筒形素材リングの隙間に存在するエアが逃げるために十分な時間は無い。そのため、そのエアは前記溝部において金型とそこ

に押し付けられる材料との間に閉じ込められて高圧化する。その高圧エアが前記溝部において材料が成形面に押し付けられるのを妨げるので、電磁成形後のビード表面に凹みが形成されるなどの問題がある。エア抜きのための穴又はスリットを形成しておくことにより、この問題が解消

5 される。

あるいは、本発明の金型は、円周方向に分割された複数個の分割片からなる。このような構成により、成形完了後のビード付き円筒形リングを金型から取り出すことが容易となる。

あるいは、本発明の金型構造は、内面側がリング状の成形面とされ、  
10 該成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された電磁成形用金型の場合、前記溝部において軸方向に分割された複数個の分割金型からなり、該分割金型同士が軸方向に隙間を置いて配置されている。外面側がリング状の成形面とされ、該成形面の周方向に沿ってビード成形用の突条とその両側に溝部が形成された電磁成形用金型の場合、前記溝  
15 部において軸方向に分割された複数個の分割金型からなり、該分割金型同士が軸方向に隙間を置いて配置されている。このような構成により、前記金型は溝部に全周に渡るスリットが形成されることになり、前記凹みの問題が完全に解消される。ここで、軸方向とは、金型の成形面（又は円筒形素材リング）の軸方向を意味する。

20 あるいは、電磁成形（拡張、縮径）によりビード付き円筒形リングを成形した後、仮に寸法精度が不十分であるとき、当該ビード付き円筒形リングに例えばロール矯正等の矯正工程を施し、ビード等、各部の寸法精度を向上させる。すなわち、外形が要求する精度に仕上げられた内側ロールおよび外側ロールを用意し、前記成形面に対応した形状に電磁成  
25 形された後のビード付き円筒形リングを、前記内側ロールと前記外側ロールとの間に挟んでロールを回転させることにより矯正する。



あるいは、電磁成形用コイルに瞬間大電流を流す工程を複数回繰り返すことによって寸法精度を向上させることもできる。この場合、電磁成形（拡張）を行った後、電磁成形（縮径）を行い、又はその逆の順で行うこと、あるいは拡張又は縮径の同種の電磁成形を複数回繰り返して行うことも可能である。いずれの場合も、2回目以降の電磁成形は矯正の意味をもつ。

あるいは、金型のビード付き円筒形リングに対応する各成形面の間に、円形の切断刃を配置し、円筒形素材リングが前記金型の成形面に押し付けられた時に前記円筒形素材リングを切断可能とする。これにより、  
10 電磁成形（拡張、縮径）において、ビード付き円筒形リングの複数個取り（一度に複数個のビード付き円筒形リングを成形）が実現できる。この場合、金型はビード付き円筒形リングに対応する成形面を軸方向に複数組有する必要がある、電磁成形用コイル体もそれに対応する軸方向長さをもたなくてはならない。この場合、電磁成形と同時に各ビード付き  
15 円筒形リングに分離することが可能となり、生産性が向上される。

あるいは、複数個取りを行う場合において、ビード付き円筒形リングを電磁成形金型内で分離しない場合、切断刃付きのロールを用い、ロール矯正の要領で、ロール矯正と同時に各ビード付き円筒形リングに分離する。

20 あるいは、本発明において、前記円筒形素材リングとして、その周壁に多数の穴を形成したものをを用いる。この穴は周壁に規則的に配置されていることが望ましい。周壁に多数の穴を形成することにより、ビード付き円筒形リングの軽量化を図ることができる。周壁のほぼ全面に規則的に穴を形成した円筒形素材リングであれば、軽量化の効果が高い。この種の円筒形素材リングとして、例えばパンチングメタルをリング状に  
25 曲げ加工して端部を接合したもの、あるいは螺旋状に巻いて継ぎ目を溶

接したものが挙げられる。

- 電磁成形時には、円筒形素材リングの材料が金型の成形面の溝部に押し込まれ、それに伴い、円筒形素材リングの材料が金型の成形面に沿って軸方向に移動し、このとき金型の成形面と円筒形素材リングの間に強い摩擦抵抗が生じる。前記円筒形素材リングに多数の穴を形成することにより、電磁成形時に接触する金型と円筒形素材リングの接触面積を減らしその間の摩擦抵抗を低減させることができる。この結果、金型の成形面の溝部外から溝部内への材料の流入をスムーズとし、より精度の高い成形を行うことができる。特に、円筒形素材リングの周壁のうち電磁成形時に金型の成形面の溝部外から溝部内に流入する箇所、円周方向に沿って多数の穴を形成しておくことが有効である。この箇所は、一般には円筒形素材リングの軸方向両端部である。
- 5
- 10

- あるいは、電磁成形時の位置決め用として、円筒形素材リングに穴を形成する。電磁成形による拡張によってビード付き円筒形リングを成形する場合、金型の成形面の最も内径の小さい箇所に周方向に沿って多数の突起を形成し、前記円筒形素材リングには前記突起に対応する箇所に円周方向に沿って多数の穴を形成し、金型を前記円筒形素材リングの外周側に配置したとき、前記突起が前記穴にはめ込まれるようにする。この場合、前記突起は前記金型の成形面の軸方向の中心位置で、前記成形面の隣接する溝部と溝部の間に形成され、かつ前記穴は前記円筒形素材リングの軸方向の中心位置に形成されるのが望ましい。
- 15
- 20

- 電磁成形による縮径によってビード付き円筒形リングを成形する場合、金型の成形面の最も外径の大きい箇所に周方向に沿って多数の突起を形成し、前記円筒形リングには前記突起に対応する箇所に円周方向に沿って多数の穴を形成し、金型を前記円筒形リングの内周側に配置したとき、前記突起が前記穴にはめ込まれるようにする。この場合、前記突
- 25

起は前記金型の成形面の軸方向の中心位置で、前記成形面の突条に形成され、かつ前記穴は前記円筒形素材リングの軸方向の中心位置に形成されるのが望ましい。

- このような構成により、金型内に円筒形素材リングが正確に位置決め  
5 され、電磁成形時にも、この位置決め用穴の位置では円筒形素材リングの材料の軸方向移動が生じない。

- あるいは、金型の成形面の軸方向中心位置において、円筒形素材リングと前記金型の前記成形面とが接するようにして電磁成形を行う。すなわち、拡張による場合、前記金型の成形面の軸方向の中心位置の内径を  
10 最も小さく設定し、かつ当該箇所において前記円筒形素材リングの外周面と前記金型の成形面が接するように設定すると、円筒形素材リングは成形時に前記箇所において位置決めされた形になるので、より均等な成形が実現される。逆に縮径による場合、前記金型の成形面の軸方向の中心位置の外径を最も大きく設定し、かつ当該箇所において前記円筒形素材  
15 材リングの内周面と前記金型の成形面が接するように設定すればよい。いずれの場合も、金型の成形面の軸方向の中心位置と円筒形素材リングの軸方向の中心位置を一致させることが望ましい。

- 一方、円筒形素材リングに形成された穴は、成形後のビード付き円筒形リングにおいて他部材との連結に利用できる。例えばランフラット  
20 イヤの補強リングであれば、該補強リングの軸方向両端に樹脂を取り付ける。この際に前記穴に樹脂が入り込み、前記補強リングと樹脂の連結がより確実に行われる。

- また一方、電磁成形により成形したビード付き円筒形リングは、必要に応じて、切断して円周方向に切り離すことができる。切断の方向は  
25 、例えばビード付き円筒形リングの軸方向に平行又は前記軸方向に対し斜めが望ましい。このビード付き円筒形リングは切り離した箇所（切れ

- 目)を通して2つをはめ合わせることができるので、保管や運搬の際に占有スペースが小さくなる利点がある。さらに、このビード付き円筒形リングは、必要に応じて、切り離れた箇所を接合して再び閉じたリングにすることができる。接合を溶接により行う場合、突き合わせ溶接が望ましく、特に余盛りが少ないレーザー溶接が好適である
- 5

#### 図面の簡単な説明

- 【図1】 電磁成形前の円筒形素材リングの側面図(a)及び正面図(b)である。
- 10      【図2】 電磁成形後のビード付き円筒形リングの断面図(a)、側面図(b)及び正面図(c)である。
- 【図3】 電磁成形によるビード付き円筒形リングの製造方法を説明するもので、成形前の断面図(a)及び成形後の断面図(b)である。
- 15      【図4】 電磁成形用金型の金型構造の一例を示す側面図(a)、断面図(b)及びその一部拡大図(c)である。
- 【図5】 電磁成形によるビード付き円筒形リングの製造方法を説明するもので、成形前の断面図(a)及び成形後の断面図(b)である。
- 20      【図6】 ビード付き円筒形リングの矯正方法を示すもので、側面断面図(a)及び正面断面図(b)である。
- 【図7】 ビード付き円筒形リングの矯正方法を示すもので、矯正前の断面図(a)及び矯正後の断面図(b)である。
- 25      【図8】 ビード付き円筒形リングの多段階成形法を示すもので、成形前の断面図(a)、1段成形後の断面図(b)及び2段成形後の断面図(c)である。

【図 9】 ビード付き円筒形リングの複数個取り成形方法を示す断面図である。

【図 10】 複数個接続したビード付き円筒形リングの分離及び矯正方法を示すもので、側面断面図（a）及び正面断面図（b）である。

5      【図 11】 本発明に使用する他の円筒形素材リングの正面図である。

【図 12】 本発明に使用するさらに他の円筒形素材リングの正面図である。

10      【図 13】 その円筒形素材リングを使用したビード付き円筒形リングの製造方法を説明するもので、成形前の断面図（a）及び成形後の断面図（b）である。

【図 14】 本発明に使用するさらに他の円筒形素材リングの正面図である。

15      【図 15】 その円筒形素材リングを使用したビード付き円筒形リングの製造方法を説明するもので、成形前の断面図（a）及び成形後の断面図（b）である。

【図 16】 本発明に使用するさらに他の円筒形素材リングの正面図である。

20      【図 17】 その円筒形素材リングを使用して成形したビード付き円筒形リングの正面図（a）及び樹脂結合後の様子を説明する断面図（b）である。

【図 18】 円周方向に切り離したビード付き円筒形リングの斜視図である。

25      【図 19】 切り離した後、再び溶接により接合したビード付き円筒形リングの斜視図である。

【図 20】 切り離した後、再びリベットにより接合したビード付き

円筒形リングの側面図（a）及びそのA-A断面図（b）である。

【図21】 切り離した後、再び樹脂により接合したビード付き円筒形リングの側面図（a）及びそのA-A断面図（b）である。

5 【図22】 切り離した後、再び樹脂により接合したビード付き円筒形リングの側面図（a）及びそのA-A断面図（b）である。

【図23】 多数の穴が形成されたビード付き円筒形リングを円周方向に切り離すとき、穴の配置と穴列同士の間隔について説明する模式図である。

10 【図24】 電磁成形によるビード付き円筒形リングの製造方法を説明するもので、成形前の断面図（a）及び成形後の断面図（b）である。

【図25】 円筒形素材リングの製造方法を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

15 下、図1～図25を参照して、本発明に係るビード付き円筒形リングの製造方法及びそれにより製造されたビード付き円筒形リングについて具体的に説明する。

図1に示す円筒形素材リング1は、例えばアルミニウム合金板を曲げ加工し、端部を突合せ溶接したものである。2は突合せ接合による接合部である。

20 図3は、この円筒形素材リング1を電磁成形（拡径）する方法を示すもので、図3（a）において、円筒形素材リング1の外周側に、内面側が成形面とされ該成形面の円周方向に沿ってビード成形用の溝部3～5が形成された金型6が配置され、円筒形素材リング1の内周側に電磁成形用コイル体7が配置されている。この金型6の成形面は実質的に回転面をなし（後述する穴11が形成されていること等もあり厳密な意味

では回転面ではないが、成形面の機能として実質的に回転面とみなして差し支えない)、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。また、金型6の成形面の軸方向の中心位置と円筒形素材リング1の軸方向の中心位置は一致させている。円筒形素材リング1の外周面と金型6の内周面の間、及び円筒形素材リング1の内周面と電磁成形用コイル体7の間には若干の隙間が形成されている。

金型6は導電率の低い金属、例えばステンレス鋼等からなるのが望ましい。金属以外の材料、例えば繊維強化プラスチックやベークライトなどの導電性のない構造材を用いることもできる。金型6の成形面に形成された各溝部3～5は開口を半径方向内側に向けて互いに波形に連なり、溝部3、5の端部はそれぞれ成形面の端部平行部8、9に連なっている。また、各溝部3～5の底部には、エア抜き用の穴11が円周方向に沿って多数形成されている。この穴11は円周方向に長く形成されたスリットでもよい。電磁成形用コイル体7は、電気絶縁体内に成形用コイル7aが埋め込まれたものである。

図3(a)の状態では電磁成形用コイル体7に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング1に磁気反発力が生じ、円筒形素材リング1は瞬間的に拡張して金型6の成形面に押し付けられ、図3(b)に示すように、当該成形面に沿った形状に成形され、軸方向両端に短い平行部12、13とその間で半径方向外側に膨出する円周方向の3つのビード14～16(各ビード14～16は波形に連なっている)からなるビード付き円筒形リング17となる(詳細な形状は図2を参照)。このビード付き円筒形リング17は実質的な回転体であり、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。電磁成形に伴い円筒形素材リング1の材料は前記溝部3～5内に引き込まれ、その結

果、ビード付き円筒形リング 17 の軸方向幅は、円筒形素材リング 1 の軸方向幅より小さくなっている。

なお、成形後、金型 6 からビード付き円筒形リング 17 が取り出せるように、金型 6 は円周方向に分割された複数個の分割片（図 4 の分割金型 25 を構成する分割片 25 a、25 b を参照）からなっている。

図 4 は、軸方向に分割された複数個の分割金型からなる金型構造の例である。この金型 21 は、内面側が成形面とされ該成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部 22 ～ 24 が形成されたもので、該溝部 22 ～ 24 において軸方向に分割された複数個のリング状の分割金型 25 ～ 28 からなり、各分割金型 25 ～ 28 はリング状のスペーサ 29 ～ 31 を介して配置され、その結果、隣接する分割金型 25 ～ 28 間には隙間 32 ～ 34 が形成される。

また、分割金型 25（分割金型 26 ～ 28 も同じであるが）は、円周方向に分割された複数個の分割片 25 a、25 b（場合によっては 2 個以上の分割片）からなり、これらがボルト 35 及び係止片 36 により連結され分割金型 25 を構成している。

なお、図 4 において、37 は分割金型 25 ～ 28 を固定するボルト、38 はナットである。

この金型 21 において、各分割金型 25 ～ 28 にはそれぞれ溝部 22 ～ 24 の一部を構成する湾曲した成形面が形成され、当該成形面が中央部（溝部 22 ～ 24 の底部）に位置する隙間 32 ～ 34 とともに前記溝部 22 ～ 24 を構成している。すなわち、溝部 22 は隣接する分割金型 25、26 の湾曲した成形面と中央部の隙間 32 から構成され、溝部 23 は隣接する分割金型 26、27 の湾曲した成形面と中央部の隙間 33 から構成され、溝部 24 は隣接する分割金型 27、28 の湾曲した成形面と中央部の隙間 34 から構成される。金型 21 の成形面は実質的に回



転面をなし、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。隙間 3 2 ~ 3 4 は各溝部 2 2 ~ 2 4 の全周にわたって存在し、電磁成形時にはエア抜き用のスリットとして機能する。

- 5      この金型 2 1 の内面側に、金型 2 1 の成形面の軸方向の中心位置と円筒形素材リングの軸方向の中心位置が一致するように該円筒形素材リングを配置し、さらにその内面側に電磁成形用コイル体を配置して、電磁成形を行うと、図 1 及び図 3 を参照して説明したと同様に、円筒形素材リングは瞬間的に拡張して金型 2 1 (分割金型 2 5 ~ 2 8) の成形面
- 10    に押し付けられ、該成形面に沿った形状に成形され、一方、隙間 3 2 ~ 3 4 (溝部 2 2 ~ 2 4 の底部) では、円筒形素材リングは加えられる負荷に応じて自由変形する。つまり、ビード付き円筒リングのビードの頂部はこの隙間 3 2 ~ 3 4 (溝部 2 2 ~ 2 4 の底部) において成形される。前記隙間 3 2 ~ 3 4 の幅を適正に設定することにより、エア抜きを支
- 15    障なく行い、かつこの隙間 3 2 ~ 3 4 において、該隙間 3 2 ~ 3 4 を挟んで隣接する分割金型の成形面を外挿した曲線 (図 4 (c) の仮想線 E 参照) にほぼ沿った形状に変形させることができる。得られたビード付き円筒形リングは実質的に回転体であり、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。
- 20    図 5 は、円筒形素材リング 1 を電磁成形 (縮径) する方法を示すもので、図 5 (a) において、円筒形素材リング 1 の内周側に、外面側が成形面とされ該成形面の円周方向に沿ってビード成形用の突条 4 1、4 2 が形成され、その両側に溝部 4 3 a ~ 4 3 c が形成された金型 4 4 が配置され、円筒形素材リング 1 の外周側に電磁成形用コイル体 4 5 が配置
- 25    されている。円筒形素材リング 1 の内周面と金型 4 4 の外周面の間、及び円筒形素材リング 1 の外周面と電磁成形用コイル体 4 5 の間には若

干の隙間が形成されている。

金型 4 4 の成形面に形成された各突条 4 1、4 2 は半径方向外側を向き、各溝部 4 3 a ~ 4 3 c は開口を半径方向外側に向け、これらの突条 4 1、4 2 及び溝部 4 3 a ~ 4 3 c は互いに波形に連なり、溝部 4 3 a、4 3 c の端部はそれぞれ成形面の端部平行部 4 6、4 7 に連なっている。金型 4 4 の成形面は実質的に回転面をなし、かつ軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面対称である。また、金型 4 4 の成形面の軸方向の中心位置と円筒形素材リング 1 の軸方向の中心位置は一致させている。なお、各溝部 4 3 a ~ 4 3 c の底部には、図 3 と同様にエア抜き用の穴又はスリット 4 8 が形成されている。

図 5 (a) の状態で電磁成形用コイル体 4 5 に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング 1 に磁気反発力が生じ、円筒形素材リング 1 は瞬間的に縮径して金型 4 4 の成形面に押し付けられ、図 5 (b) に示すように、当該成形面に沿った形状に成形され、端部に短い平行部 5 1、5 2 とその間で半径方向外側に突出する円周方向の 2 つのビード 5 3、5 4 (その両側には溝部 5 5 a ~ 5 5 c が形成され、各ビード 5 3、5 4 と波形に連なっている) からなるビード付き円筒形リング 5 6 となる。このビード付き円筒形リング 5 6 は実質的に回転体であり、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面対称である。

電磁成形に伴い円筒形素材リング 1 の材料は前記溝部 4 3 a ~ 4 3 c 内に引き込まれ、その結果、ビード付き円筒形リング 5 6 の軸方向幅は、円筒形素材リング 1 の軸方向幅より小さくなっている。

なお、成形後、金型 4 4 からビード付き円筒形リング 5 4 が取り出せるように、金型 4 4 は円周方向に分割された複数個の分割片からなっている。

図 6 は、電磁成形 (拡径、縮径) 後のビード付き円筒形リング 5 7 の

寸法精度を向上させるためのロール矯正方法を示すものである。例えば、エア抜きが不十分でビードに凹みが発生するとき、あるいは図4に示すタイプの金型を用いて電磁成形し、自由変形したビードの頂部の精度が劣るときなどに行うとよい。

- 5      ビード付き円筒形リング57を、外形が要求される精度に仕上げられた内側ロール58及び外側ロール59、59の間に挟み、内側ロール58の押し込み量を調整し、かつ各ロールを回転してロール矯正を行う。

図7は、電磁成形（拡張）後のビード付き円筒形リング61の寸法精度を向上させるため、さらに電磁成形（縮径）を行う矯正方法を示すものである。エア抜きが不十分でビードに凹みが発生するとき、あるいは図4に示すタイプの金型を用いて電磁成形し、自由変形したビードの頂部の精度が劣るときなどに行うとよい。この場合、ビード付き円筒形リング61は最終形状よりやや拡張状態に成形されている。

- 図7（a）に示すように、予め電磁成形（拡張）されたビード付き円筒形リング61の内周側に、外面側が前記最終形状に対応する成形面とされ該成形面の円周方向に沿って矯正用の突部62～64が形成された金型65が配置され、ビード付き円筒形リング61の外周側に電磁成形用コイル体66が配置されている。金型65の成形面は実質的に回転面をなす。67はエア抜きのための穴又はスリットである。また、金型65はこれまでの金型と同様、円周方向に分割された複数個の分割片からなっている。

- その状態で電磁成形用コイル66に瞬間大電流が流されると、図7（b）に示すように、図5で説明したと同様に電磁成形（縮径）が行われ、ビード付き円筒形リング61は金型65の成形面に沿った形状に成形、すなわち矯正され、寸法精度の高いビード付き円筒形リング69となる。

図8は電磁成形を繰り返すことにより、寸法精度の高いビード付き円筒形リングを得ようとしたものである。

まず、図8(a)に示すように、円筒形素材リング1の外周側に、内面側が成形面とされ該成形面の円周方向に沿ってビード成形用の溝部71～73が形成された金型74が配置され、円筒形素材リング1の内周側に電磁成形用コイル体75が配置される。金型74の成形面は実質的に回転面をなす。各溝部71～73の底部にはエア抜き用の穴又はスリット76が円周方向に沿って多数形成されている。また、金型74は円周方向に分割された複数個の分割片からなっている。

図8(a)の状態では電磁成形用コイル体75に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング1は瞬間的に拡張して金型74の成形面に押し付けられる。ただし、このとき電磁成形用コイル体75に与えられる電気エネルギー、すなわち円筒形素材リング1に生じる磁気反発力は、図8(b)に示すように、該円筒形リング1を金型74の成形面（特に溝部71～73）に十分沿った形状に成形するほど大きくないように設定されている。すなわち、円筒形素材リング1は溝部71～73に引き込まれて膨出するが、成形後のビード付き円筒形リング77と金型74の成形面（特に溝部71～73）との間には隙間が積極的に残されている。そのため、仮にエア抜きが不十分で当該隙間にエアが閉じ込められたとしても、極度の高圧とならず、凹みの問題が軽減されている。

続いて、図8(c)に示すように、もう一度電磁成形を行い、今度はビード付き円筒形リング77を金型74の成形面（特に溝部71～73）に沿った形状、すなわち最終形状に成形する。この成形は一種の矯正ということもできる。

この例では、コイル径が大きくされた電磁成形用コイル体78を用いて、より効率的に磁気反発力を生じさせている。成形後のビード付き円

筒形リング 7 9 は金型 7 4 の成形面に沿った形状となり、両者はほぼ密着しているが、円筒形素材リング 1 の状態から一気にこのビード付き円筒形リング 7 9 に成形する場合に比べ、溝部 7 1 ~ 7 3 内に閉じ込められる可能性のあるエア量自体が少ないため、仮にエア抜きが不十分であったとしても余り高圧化せず、凹みの問題は解消される。

なお、この例では、同じ金型 7 4 を用いて 2 段階成形を行ったが、別の金型（予成形用金型と仕上げ金型）を用いることもできる。その場合、1 回目の成形で予成形金型の成形面に沿った形状に成形してもよい。

図 9 は、複数個（この例では 2 個）分のビード付き円筒形リングを一度に成形する方法を示すものである。2 個分の長さの円筒形素材リング 8 1 の外周側に、内面側が成形面とされた金型 8 2 が配置され、円筒形素材リング 8 1 の内周側に電磁成形用コイル体 8 3 が配置されている。前記金型 8 2 の成形面には、円周方向に沿ってビード成形用の溝部 8 4 ~ 8 6 が形成され、かつその溝部 8 4 ~ 8 6 が軸方向に並んで 2 組形成され、その中間位置には内向きに円形の切断刃 8 7 が形成されている。各溝部 8 4 ~ 8 6 の底部にはエア抜き用の穴又はスリット 8 8 が円周方向に沿って多数形成されている。また、金型 8 2 は円周方向に分割された複数個の分割片からなっている。

図 9 の状態で電磁成形用コイル体 8 3 に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング 8 1 に磁気反発力が生じ、円筒形素材リング 1 は瞬間的に拡張して金型 8 2 の成形面に押し付けられ、当該成形面に沿った形状に成形され、同時に切断刃により中間位置で分離される。これにより、図 3 (b) に示すビード付き円筒形リング 1 7 と同じものを 2 つ同時に成形できる。

図 9 に示す金型 8 2 において切断刃 8 7 が不在の場合、ビード付き円筒形リング

が複数個連なったビード付き円筒形リングが形成される。

- 図 10 は、このように複数個（2 個）のビード付き円筒形リングが連なったビード付き円筒形リング 9 1 の寸法精度を向上させ同時に複数個（2 個）に分離するためのロール矯正切断方法を示すものである。
- 5      ロール矯正は基本的に図 6 の方法と同じ考え方であるが、この場合、内側ロール 9 2 の中間位置に円形の切断刃 9 3 が形成され、外側ロール 9 4、9 4 の対応箇所に切断刃 9 3 の受け刃 9 5 が形成されている。ビード付き円筒形リング 9 1 を、内側ロール 9 3 及び外側ロール 9 4、9 4 の間に挟み、各ロールを回転しかつ内側ロール 9 3 を押し込んで、ロール
- 10      矯正及び切断を行う。

- 図 11 は円筒形素材リング 101 を示すもので、その周壁の全面に多数の穴 102 が形成されている。この円筒形素材リング 101 は、穴 102 が碁盤目状に規則的に形成された矩形状の金属板（例えばアルミニウム合金板）、すなわちパンチングメタルを円筒状に巻き曲げ、端部を
- 15      溶接等により接合して得ることができる。

- 円筒形素材リング 101 を例えば図 3 に示す金型 6 及び電磁成形用コイル 7 を用いて電磁成形すると、より軽量のビード付き円筒形リングを成形することができる。なお、円筒形素材リング 101 の周壁には多数の穴 102 が全面に形成されているため、金型 6 等に形成されたエア
- 20      抜き用の穴やスリット、金型 21（図 4 参照）に形成されたエア抜き用の隙間が不要である。

- 図 12 は円筒形素材リング 103 を示すもので、多数の穴 102 が軸方向両端部の周壁に円周方向に沿って左右対称的に形成されている。これらの穴 102 は、軸方向各端部において周壁上を一周する 2 つの穴列
- 25      （外側の列が 102 a、内側の列が 102 b）を構成し、各穴列 102 a、102 b において各穴 102 は等間隔に配置されている。この円筒

形素材リング 103 は、多数の穴 102 が各長辺側端縁近傍に該長辺に平行に 2 列に形成された矩形状の金属板（例えばアルミニウム合金板）を円筒状に巻き曲げ、端部を溶接等により接合して得ることができる。

この円筒形素材リング 103 を使用した電磁成形方法を図 13 に示す。図 13 (a) において、円筒形素材リング 103 の外周側に、内面側が成形面とされ該成形面の円周方向に沿ってビード成形用の溝部 104、105 が形成された金型 106（金型 6 と同様に円周方向に分割された複数の分割片からなる）が配置され、円筒形素材リング 103 の内周側に電磁成形用コイル体 107 が配置されている。この金型 106 の成形面は実質的に回転面をなし、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面対称である。また、金型 106 の成形面の軸方向の中心位置と円筒形素材リング 103 の軸方向の中心位置は一致させている。

図 13 (a) の状態で電磁成形用コイル体 107 に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング 103 に磁気反発力が生じ、円筒形素材リング 103 は瞬間的に拡張して金型 106 の成形面に押し付けられ、図 13 (b) に示すように、当該成形面に沿った形状に成形され、軸方向両端に短い平行部 108、109 とその間で半径方向外側に膨出する円周方向の 2 つのビード 111、112（両ビード 111、112 は波形に連なっている）からなるビード付き円筒形リング 113 となる。このビード付き円筒形リング 113 は実質的に回転体であり（穴 102 が形成されていること等もあり、厳密な意味では回転体といえないが、円筒形リングの輪郭をみれば実質的に回転体とみて差し支えない）、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面対称である。

電磁成形に伴い円筒形素材リング 103 の材料が前記溝部 104、1

05内に押し込まれ、その結果、前記溝部104、105より軸方向外側に位置していた円筒形素材リング103の端部の材料が、前記溝部104、105内に流入する。成形前は円筒形素材リング103の穴102は両方の穴列（穴列102a、102b）とも、金型106の成形面5の溝部104、105より外側に位置していたが、円筒形素材リング103の端部の材料が該溝部104、105内に流入するのに伴い、穴列102bが溝部104、105内に位置するようになっている。すなわち、ビード付き円筒形リング113において、軸方向内側の穴列102bはビード111、112上に位置し、軸方向外側の穴列102aは平行部108、109とビード111、112の境界付近に位置している。

円筒形素材リング103の端部が金型106の端部平行部から溝部104、105に流入するとき、穴が形成されていない円筒形リング1等に比べて、穴102が形成されている分、金型106の成形面と円筒形リング103の接触面積が減って両者間の摩擦抵抗が低減され、その結果、円筒形リング103の溝部104、105への流入がスムーズになり、精度よく電磁成形を行うことができる。なお、この効果は前記円筒形リング101の成形の場合も、同様に得ることができる。

#### 【0045】

20 図14は円筒形素材リング115を示すもので、軸方向の中央位置に円周方向に沿って多数の穴102が1列に等間隔で形成されている。この円筒形リング素材115は多数の穴102が1列に形成された矩形状の金属板（例えばアルミニウム合金板）を円筒状に巻き曲げ、端部を溶接等により接合して得ることができる。

25 この円筒形素材リング115を使用した電磁成形方法を図15に示す。図15（a）において、円筒形素材リング115の外周側に配置さ



れた金型 1 1 6（金型 6 と同様に円周方向に分割された複数の分割片からなる）は、内面側が成形面とされ該成形面の円周方向に沿ってビード成形用の溝部 1 1 7、1 1 8 が形成され、溝部 1 1 7、1 1 8 の中間部 1 1 9 が内径側に突出して、内径が最も小さくなっているその頂点に

5 突起 1 2 1 が周方向に沿って等間隔で形成されている。この金型 1 1 6 の成形面は実質的に回転面（突起 1 2 1 が形成されていること等もあり厳密な意味では回転面ではないが、成形面の機能として実質的に回転面とみなして差し支えない）をなし、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。

- 10 金型 1 1 6 の隣接する突起 1 2 1 同士の間隔と円筒形素材リング 1 1 5 の隣接する穴 1 0 2 同士の間隔は同じとされ、かつ、円筒形素材リング 1 1 5 の周囲に金型 1 1 6 を配置したとき、前記中間部 1 1 9 の頂点の内径が円筒形素材リング 1 1 5 の外形とほぼ同じで、突起 1 2 1 が穴 1 0 2 にはめ込まれ、かつ前記中間部 1 1 9 の頂点において金型 1 1
- 15 6 の成形面と円筒形素材リング 1 1 5 の外周面が接触している。

図 1 5（a）の状態で電磁成形用コイル体 1 2 2 に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング 1 1 5 に磁気反発力が生じ、円筒形素材リング 1 1 5 は瞬間的に拡張して金型 1 1 6 の成形面に押し付けられ、図 1 5（b）に示すように、当該成形面に沿った形状に成形され、軸方向両端に

20 短い平行部 1 2 3、1 2 4 とその間で半径方向外側に膨出する円周方向の 2 つのビード 1 2 5、1 2 6（両ビード 1 2 5、1 2 6 は波形に連なっている）からなるビード付き円筒形リング 1 2 7 となる。このビード付き円筒形リング 1 2 7 は実質的に回転体であり、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。

- 25 金型 1 1 6 の突起 1 2 1 を円筒形素材リング 1 1 5 の穴 1 0 2 にはめ込むことで、円筒形素材リング 1 1 5 が金型 1 1 6 内に正確に位置決

めされ、電磁成形時にも、円筒形素材リング 1 1 5 の中央部では材料の軸方向移動が生じないため、成形が精度よく行われる。

円筒形素材リング 1 1 5 を電磁成形により縮径する場合（金型は円筒形リング 1 1 5 の内側に配置される）、円筒形素材リング 1 1 5 の穴 1 0 2 にはまる突起は、金型の成形面の外径が最も大きくなっている箇所に形成される。その突起は前記金型 1 1 6 と同様に、軸方向の中央位置に形成することが望ましい。また、円筒形素材リング 1 1 5 の内側に金型を配置したとき、前記成形面の外径が円筒形素材リング 1 1 5 の内径とほぼ同じとされる。

10      なお、円筒形素材リング 1 0 1 でも、円周方向に形成した穴 1 0 2 （特に中央又はその近傍の穴列）を位置決めに利用することが可能である。

図 1 6 は円筒形素材リング 1 3 1 を示すもので、軸方向両端部に円周方向に沿って多数の穴 1 0 2 が 1 列に等間隔で形成されている。この円筒形素材リング 1 3 1 を図 1 3 に示す金型 1 0 6 を用いて電磁成形して得たのが、図 1 7 (a) に示すビード付き円筒形リング 1 3 2 （実線部分）である。図 1 7 (a) に仮想線で示すように、このビード付き円筒形リング 1 3 2 の軸方向両端部に樹脂 1 3 3 を溶融して取り付けると、図 1 7 (b) に示すように樹脂 1 3 3 が穴 1 0 2 に入り込み、ビード付き円筒形リング 1 3 2 と樹脂 1 3 3 が強固に連結される。

20      なお、この効果は円筒形リング 1 0 1、1 0 3 を使用した場合でも、同様に得ることができる。

図 1 8 (a)、(b) は、電磁成形により成形したビード付き円筒形リングを切断して、円周方向に切り離したものである。切断の方向は、軸方向に平行 (a) 及び前記軸方向に対し斜め (b) とされている。このビード付き円筒形リング 1 3 4、1 3 5 は、それぞれ切り離した箇所（

切れ目 136、137) を通して 2 つをはめ合わせることができる。

このビード付き円筒形リング 134、135 は、必要に応じて、切り離した箇所を溶接等により接合して再び閉じたリングにすることができる。溶接により接合 (溶接部 138、139) したビード付き円筒形

5    リング 134、135 を図 19 (a)、(b) に示す。

ビード付き円筒形リング 134、135 は、円周方向に切り離した状態 (図 18 参照)、あるいは再び接合した状態 (図 19 参照) のいずれで使用してもよいが、用途によっては軸方向に対して斜めに切断することが望ましい場合がある。例えばビード付き円筒形リングをランフラッ

10    トタイヤの補強リングとして用いる場合、斜めに切断したビード付き円筒形リング 135 において切れ目 137 又は溶接部 139 の円周方向長さ  $t_1$  を、接地面の円周方向幅  $t_0$  より大きくしておけば、比較的強度の弱い前記切れ目 137 又は溶接部 139 に一度に全車重がかからない。

15    多数の穴が形成されたビード付き円筒形リングを円周方向に切り離し、その後再び接合する場合、前記穴 102 を接合に利用することができる。これを、ビード付き円筒形リング 132 を例に説明する。

図 20 はビード付き円筒形リング 132 を円周方向に切り離した後、端部を一部重ね合わせ、リベット 141 により接合したものである。リ

20    ベット 141 は重ね合わせた穴 102 を貫通し、端部を接合する。

図 21 はビード付き円筒形リング 132 を円周方向に切り離した後、端部を一部重ね合わせ、そこを溶融した樹脂 142 で結合したものである。樹脂 142 は重ね合わせた穴 102 内に入り込んで固化し、端部を接合する。

25    図 22 はビード付き円筒形リング 132 を円周方向に切り離した後、切れ目 143 を開けた状態とし、そこを溶融した樹脂 144 で結合した

ものである。樹脂 1 4 4 は端部の穴 1 0 2 内に入り込んで固化し、端部を接合する。この場合、切れ目 1 4 3 を閉じた状態として樹脂 1 4 4 で結合してもよい。

多数の穴が形成されたビード付き円筒形リングを円周方向に切り離す場合において、特に切断線を軸方向に対し斜めに形成する場合、多数の穴 1 0 2 の配置は、図 2 3 (a) に示す碁盤目状配置 (図 1 1 のビード付き円筒形リング 1 0 1 参照) より、図 2 3 (b) に示す千鳥配置 (隣接する穴列において穴 1 0 2 の位置が円周方向に半ピッチ分ずれている) の方が望ましいときがある。これは、図 2 3 (a)、(b) に示すように、多数の穴 1 0 2 によって構成される斜めの穴列をみた場合、穴列同士の間隔は、碁盤目状配置のとき ( $h_1$ ) より千鳥配置のとき ( $h_2$ ) の方が、広くとれる ( $h_2 > h_1$ ) からである。これにより、千鳥配置の方が切断しやすく、かつ再び接合する場合は溶接もしやすくなる。

図 2 4 は前記金型 1 0 6 に類似する金型 1 5 6 (金型 6 と同様に円周方向に分割された複数個の分割片からなる) を用いて、円筒形素材リング 1 を電磁成形する方法を示すものである。金型 1 5 6 は内面側が成形面とされ該成形面の円周方向に沿ってビード成形用の溝部 1 5 1、1 5 2 が形成され、両溝部 1 5 1、1 5 2 の中間部 1 5 3 が内径側に突出し、該中間部 1 5 3 において成形面の内径が最も小さくなっている。この金型 1 5 6 の成形面は実質的に回転面をなし、金型 1 5 6 の軸方向の中央位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面对称である。

図 2 4 (a) に示すように、金型 1 0 6 の内側に円筒形素材リング 1 が配置され、さらにその内周側に電磁成形用コイル体 1 5 7 が配置されている。円筒形素材リング 1 の外径と金型 1 0 6 の中間部 1 5 3 の内径

はほぼ同じ程度で、該中間部 1 5 3 において金型 1 5 6 の成形面と円筒形素材リング 1 の外周面が接している。また、金型 1 5 6 の成形面の軸方向の中心位置と円筒形素材リング 1 の軸方向の中心位置は一致させている。

- 5      図 2 4 (a) の状態で電磁成形用コイル体 1 5 7 に瞬間大電流を流すと、円筒形素材リング 1 に磁気反発力が生じ、円筒形素材リング 1 は瞬間的に拡張して金型 1 5 6 の成形面に押し付けられ、図 2 4 (b) に示すように、当該成形面に沿った形状に成形され、軸方向両端に短い平行部 1 5 8、1 5 9 とその間で半径方向外側に膨出する円周方向の 2 つの
- 10      ビード 1 6 1、1 6 2 (両ビード 1 6 1、1 6 2 は小径部 1 6 3 により略波形に連なっている) からなるビード付き円筒形リング 1 6 4 となる。このビード付き円筒形リング 1 6 4 は実質的に回転体であり、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面対称である。
- 15      この方法の場合、円筒形素材リング 1 の軸方向中央位置が、金型 1 5 6 の成形面の最も内径が小さくなっている中間部 1 5 3 の位置 (前記成形面の軸方向中央位置) において、位置決めされた形になるため、より均等な成形が実現できる。

- 図 2 5 (a) ~ (d) は円筒形素材リングの製造方法を示すもので、
- 20      (a) に示す円筒形素材リング 1 7 1 は、先に示した円筒形素材リング 1 とは、突き合わせ接合による接合部 (溶接ビード) 1 7 2 が軸方向に対して斜めに形成されている点で異なる。接合部 1 7 2 が斜めであることにより、円筒形素材 1 7 1 の周方向の重量バランスが、接合部 2 が軸方向に対して平行に形成された円筒形素材 1 より改善される。

- 25      図 2 5 (b) に示す円筒形素材リング 1 7 3 は、圧延板材を螺旋状に巻いて継ぎ目を接合したもので、接合部 (溶接ビード) 1 7 4 が円筒を

ちょうど1周している。この円筒形素材リング173は接合部が長くなるが、周方向の重量バランスが優れている。

図25(c)は、圧延板材を螺旋状に巻いて継ぎ目を接合し、予めスパイラルチューブを製造し、これを所定長さに切断して（切断位置を仮想線で示す）、個々の円筒形素材リング173を製造する方法を示す。

図25(d)は、接合部176が密に形成されたスパイラルチューブを製造し、これを所定長さに切断して（切断位置を仮想線で示す）、個々の円筒形素材リング175を製造する方法を示す。この円筒形素材リング175はさらに接合部176が長くなるが、周方向の重量バランスが優れている。

#### 【実施例】

アルミニウム合金板から図1に示すと同様の円筒形素材リングを成形し、これを電磁成形してビード付き円筒形リングを製造した。

素材のアルミニウム合金板は押出板（6061-F材）であり、これを3本ロールを用いたロール曲げ成形により、押出方向がロール曲げの送り方向になるようにして円筒形に成形し、端部を突合せ溶接した（接合部はリングの中心軸方向に平行）。円筒形リングは厚さ2.2mm、内径494mm、軸方向幅222mmであった。溶接はレーザー溶接とミグ溶接を、レーザー溶接は、出力40kW、速度3m/分、ワイヤA5356WY、 $\phi 1.2$ mm、送給速度4m/分、雰囲気Ar100%、供給量251/分の条件で行い、ミグ溶接は、電流80A、電圧18V、ワイヤA5356WY、 $\phi 1.2$ mm、送給速度60cm/分、雰囲気Ar100%、供給量151/分の条件で行った。

続いて、この円筒形素材リングを図4に示すと同様の金型及び電磁成形用コイル体を用いて電磁成形（抃径）した。金型の成形面の最小直径（両端の平行部の直径）504mm、電磁成形用コイル体の直径490

mm、電磁成形用コイル体の磁場安定化領域（ほぼ同じ磁束密度が得られる領域）の長さ250mmであり、円筒形リングはこの磁場安定化領域の中心に配置され、投入エネルギーは45kJであった。

- 図2に電磁成形されたビード付き円筒形リングを示す。いずれの溶接方法のものも、内径500mm、外径570mm、端部厚さ2mm、軸方向幅192mmとなり、ビードには凹みがなく金型の成形面に沿った形状に成形されていた。

#### 産業上の利用可能性

- 10 本発明によれば、電磁成形により精度が高いビード付き円筒形リングを低コストで、かつ高い生産性のもとで製造することができる。また、拡径により成形したビード付き円筒形リングは、特にフラットタイヤの補強リング用として優れた特性を有する。

15

20

25

## 請 求 の 範 囲

1. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
5 前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、  
その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、  
前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記  
10 成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、  
前記金型の成形面が、軸方向の中心位置における軸方向に垂直な平面を対称面として実質的に面対称であることを特徴とするビード付円筒形リングの製造方法。
- 15 2. 前記円筒形素材リングの軸方向の中心位置を前記金型の軸方向の中心位置に一致させることを特徴とする請求項1に記載のビード付き円筒形リングの製造方法。
3. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
20 前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、  
その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、  
前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記  
25 成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、



前記金型の前記溝部に、前記溝部の外と連通する穴が設けられていることを特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。

4. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に
- 5 沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、  
その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、  
前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記
- 10 成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、  
前記金型は円周方向に分割された複数個の分割片からなることを特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。
5. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記
- 15 円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、  
その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、
- 20 前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、  
前記金型は前記溝部において軸方向に分割された複数個の分割金型からなり、前記分割金型同士が軸方向に隙間を置いて配置されていること
- 25 を特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。
6. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記

円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、

- 5    その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、  
前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、

- 外形が要求する精度に仕上げられた内側ロールおよび外側ロールを用意し、前記成形面に対応した形状に電磁成形された後のビード付き円筒形リングを、前記内側ロールと前記外側ロールとの間に挟んでロールを回転させることにより矯正することを特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。
- 10

7. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、
- 15

その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、

- 20    前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、

前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流す工程を複数回繰り返して行うことを特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。

- 25    8. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に

沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイル  
を配置し、

その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、

- 5 前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記  
成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造  
方法であって、

前記金型に、その軸方向に垂直に円形の切断刃を設け、前記円筒形素材  
リングが前記金型の成形面に押し付けられた時に前記切断刃が前記円

- 10 筒形素材リングを切断することを特徴とするビード付き円筒形リング  
の製造方法。

9. 前記内側ロールと前記外側ロールの少なくとも一方に切断刃を設け  
、前記ビード付円筒形リングが前記切断刃を有するロールに押し付けら  
れた時に前記切断刃が前記ビード付円筒形リングを切断することを特

- 15 徴とする請求項6に記載のビード付き円筒形リングの製造方法。

10. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前  
記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向  
に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、

前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイル  
20 を配置し、

その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、

前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記  
成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造  
方法であって、

- 25 前記円筒形素材リングは、その周壁に多数の穴が形成されていることを  
特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。

1 1. 前記多数の穴が電磁成形時に前記溝部の外から前記溝部の内に流入する箇所に前記円筒形素材リングの円周方向に沿って形成されていることを特徴とする請求項 10 に記載に記載のビード付き円筒形リングの製造方法。

5 1 2. 前記多数の穴が前記円筒形素材リングの軸方向両端部にその円周方向に沿って形成されていることを特徴とする請求項 10 に記載のビード付き円筒形リングの製造方法。

1 3. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向  
10 に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、  
前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、  
その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、  
前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記  
15 成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、  
前記金型の成形面の最も前記円筒形素材リングに近い箇所に周方向に沿って多数の突起が形成され、前記円筒形素材リングには前記突起に対応する箇所に円周方向に沿って多数の穴が形成され、前記金型が配置されたとき、前記突起が前記穴にはめ込まれることを特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。  
20

1 4. 前記突起は前記金型の成形面の軸方向の中心位置で、成形面の隣接する溝部と溝部の間に形成され、かつ前記穴は前記円筒形素材リングの軸方向の中心位置に形成されていることを特徴とする請求項 1 3 に  
25 記載に記載のビード付き円筒形リングの製造方法。

1 5. 閉じた金属製の円筒形素材リングの外周側あるいは内周側に、前

記円筒形素材リングに対向する側が成形面とされ前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成された成形用の金型を配置し、前記円筒形素材リングに対して前記金型と反対側に電磁成形用コイルを配置し、

- 5    その状態で前記電磁成形用コイルに瞬間大電流を流し、前記円筒形素材リングを変形させて前記金型の成形面に押し付け、前記成形面に対応した形状に電磁成形するビード付き円筒形リングの製造方法であって、

- 10   前記金型の前記成形面の軸方向中心位置において、前記円筒形素材リングと前記金型の前記成形面とが接していることを特徴とするビード付き円筒形リングの製造方法。

- 1   6. 内面側または外面側がリング状の成形面とされ、前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成されたビード付き円筒形リングの電磁成形用金型であって、前記金型は前記溝部に、前記溝部の外と  
15   連通する穴が設けられていることを特徴とするビード付き円筒形リングの電磁成形用金型。

- 1   7. 内面側または外面側がリング状の成形面とされ、前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成されたビード付き円筒形リングの電磁成形用金型であって、前記金型は前記成形面の円周方向に分割  
20   された複数の分割片からなることを特徴とするビード付き円筒形リングの電磁成形用金型。

- 1   8. 内面側または外面側がリング状の成形面とされ、前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成されたビード付き円筒形リングの電磁成形用金型であって、前記金型は前記溝部において前記成形面  
25   の軸方向に分割された複数の分割金型からなり、前記分割金型同士が前記成形面の軸方向に隙間を置いて配置されていることを特徴とする

ビード付き円筒形リングの電磁成形用金型。

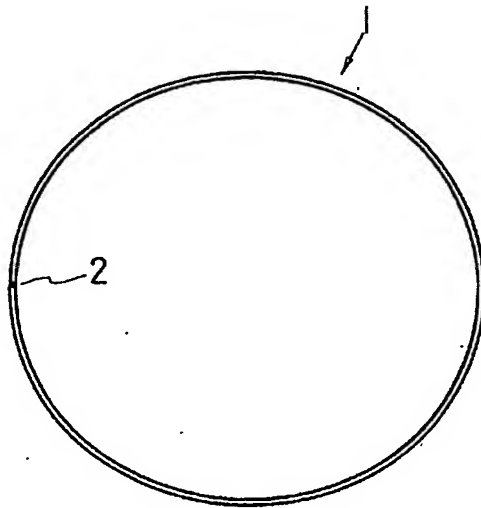
19. 内面側または外面側がリング状の成形面とされ、前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成されたビード付き円筒形リングの電磁成形用金型であって、前記金型は前記成形面の軸方向に垂直に
- 5、円形の切断刃が設けられていることを特徴とするビード付き円筒形リングの電磁成形用金型。

20. 内面側または外面側がリング状の成形面とされ、前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成されたビード付き円筒形リングの電磁成形用金型であって、前記金型はさらに前記成形面の中で最も
- 10成形対象の円筒形素材リングに接近する箇所に、位置決め用の突起が周方向に沿って多数個形成されていることを特徴とするビード付き円筒形リングの電磁成形用金型。

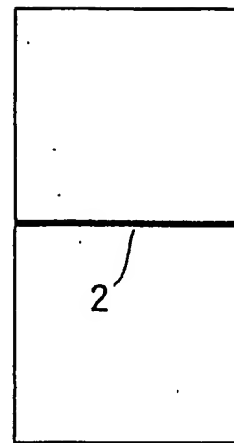
21. 内面側または外面側がリング状の成形面とされ、前記成形面の周方向に沿ってビード成形用の溝部が形成されたビード付き円筒形リングの電磁成形用金型であって、前記金型は前記成形面の軸方向中心位置
- 15において、前記成形面が最も突出していることを特徴とするビード付き円筒形リングの電磁成形用金型。

【図1】

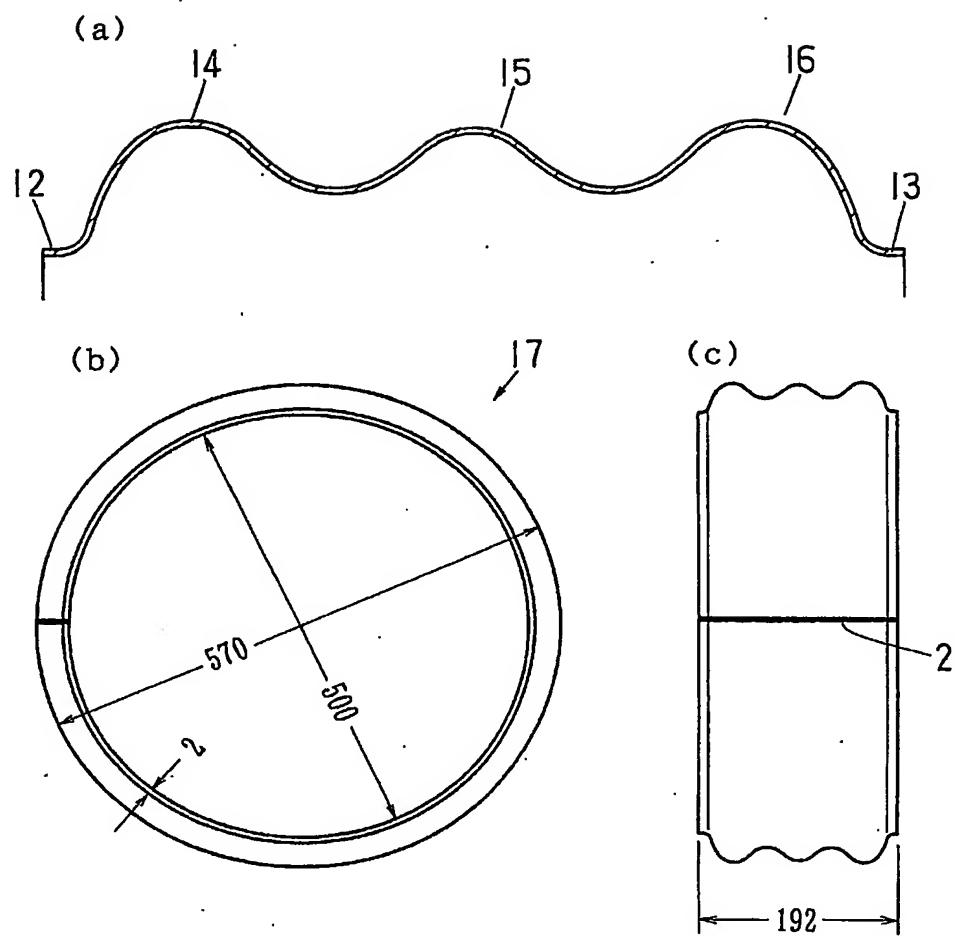
(a)



(b)

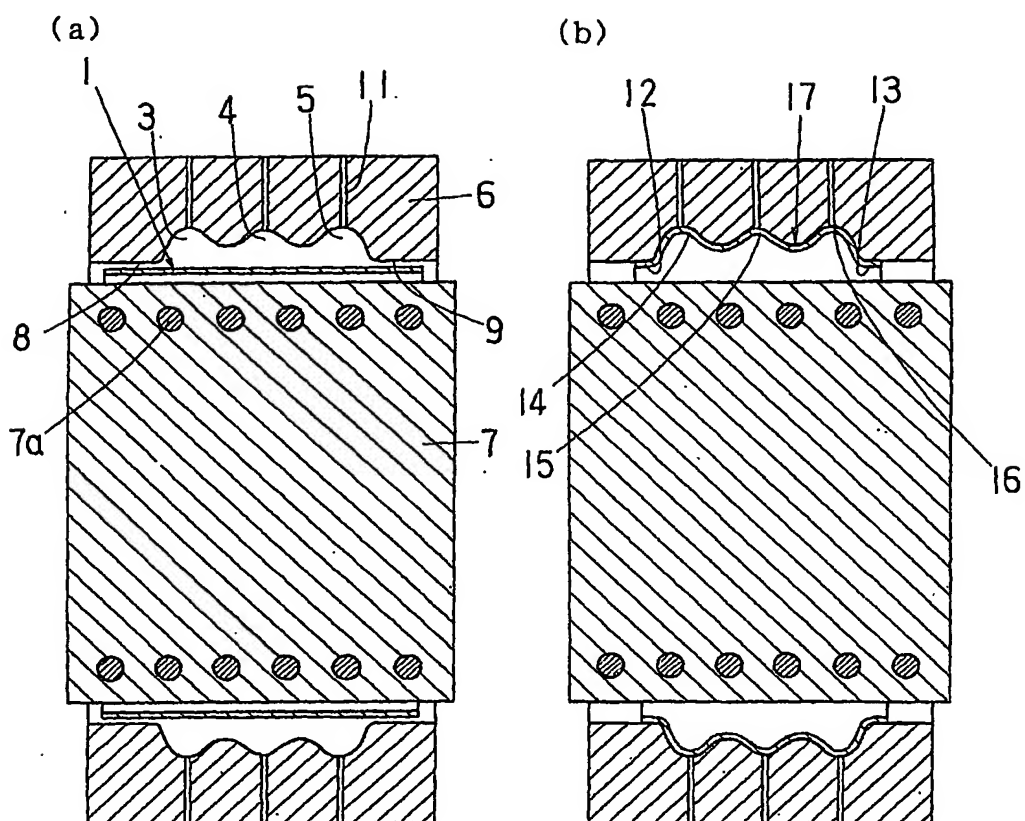


【図 2】

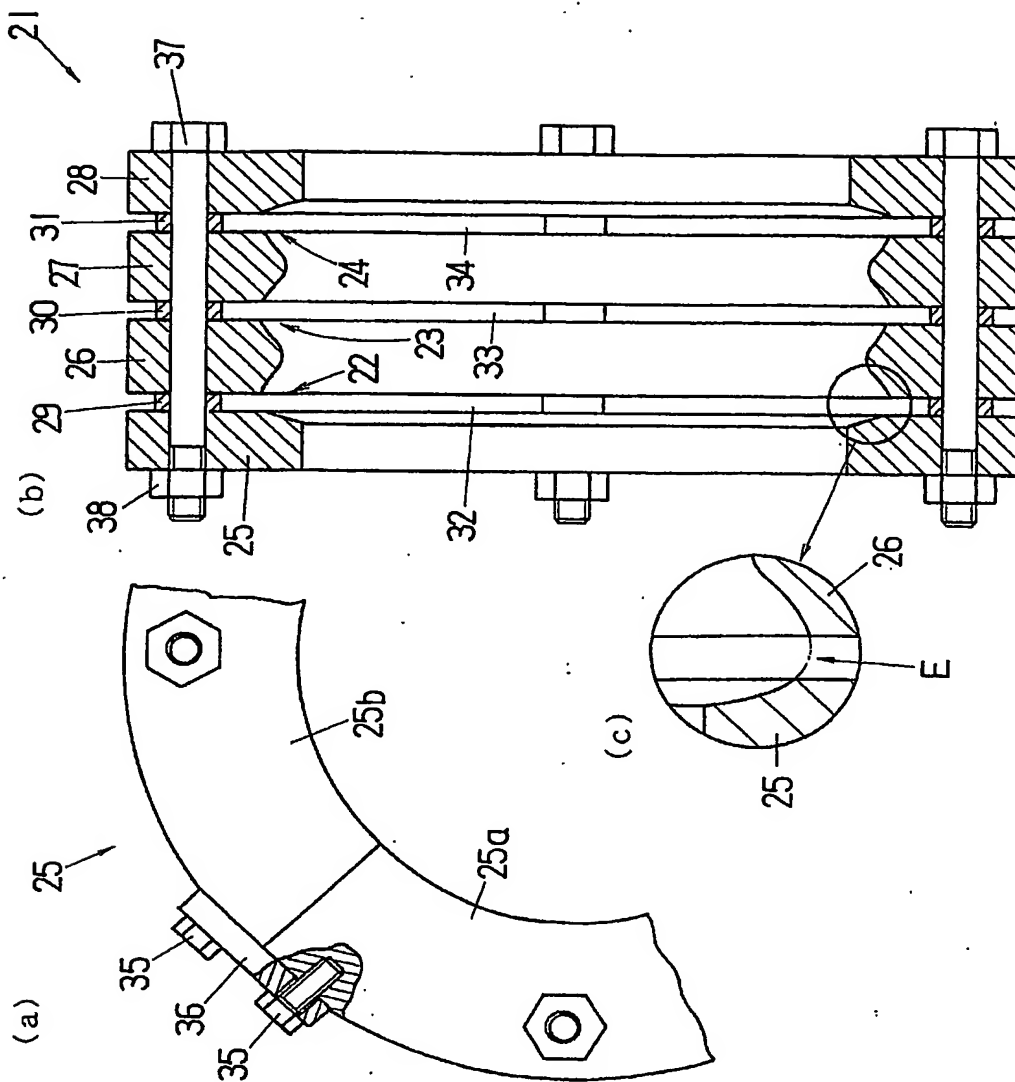




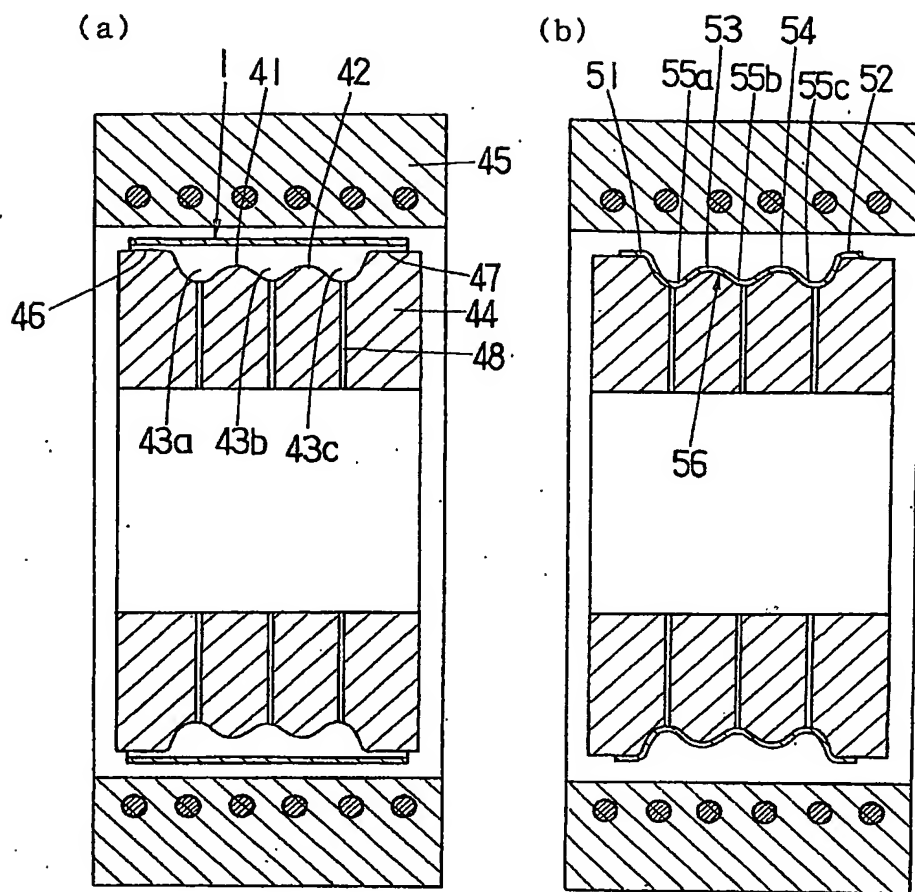
【図 3】



【図 4】

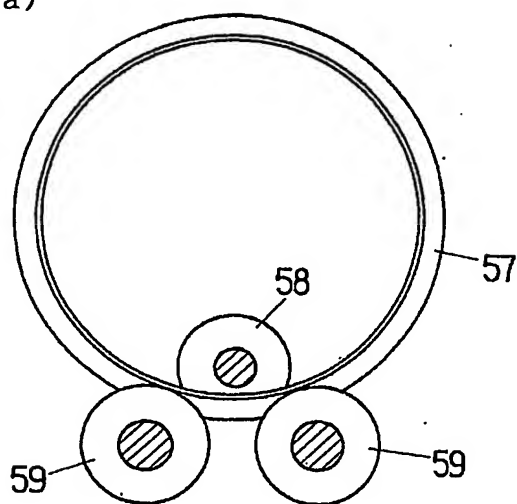


【図5】

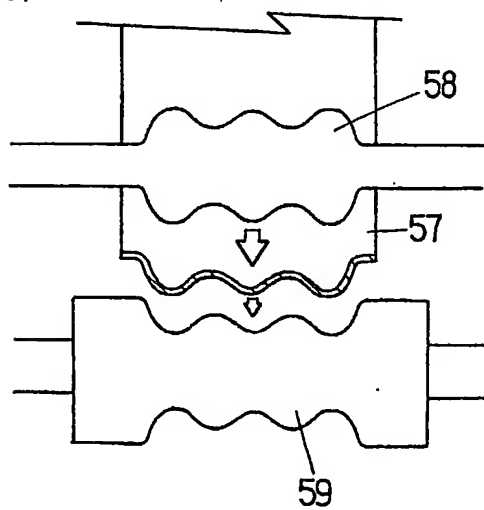


【図 6】

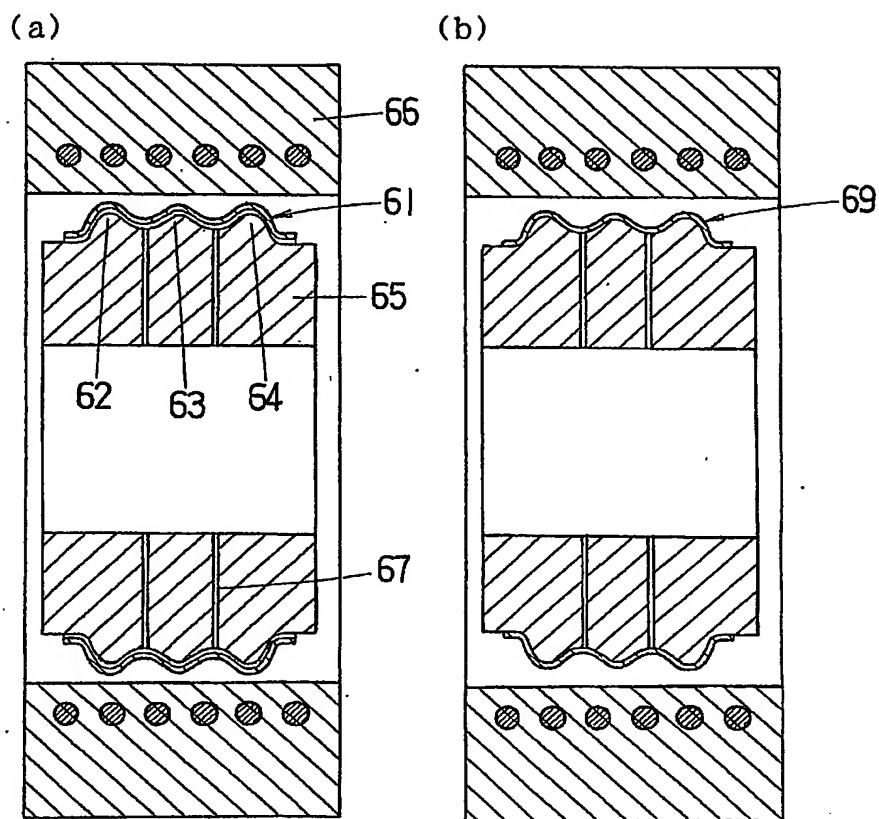
(a)



(b)

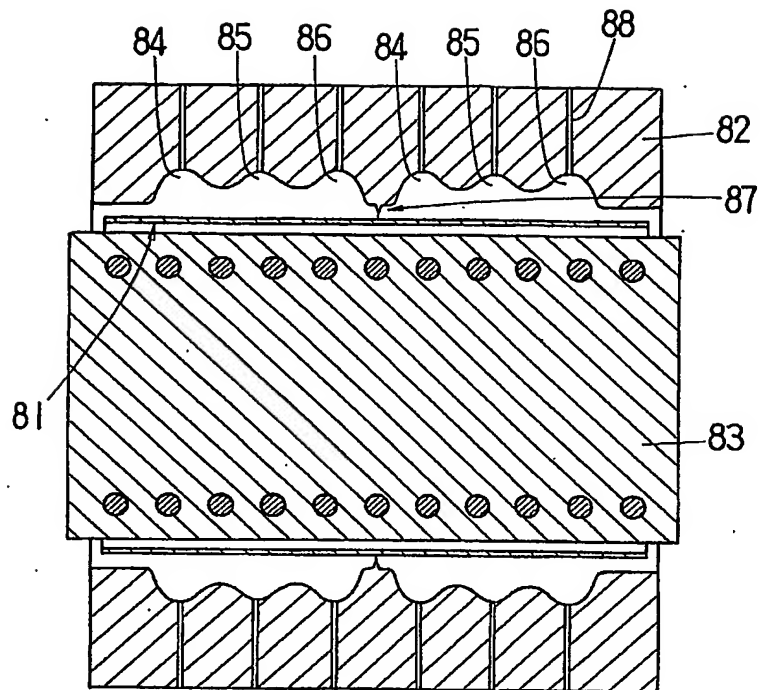


【図 7】



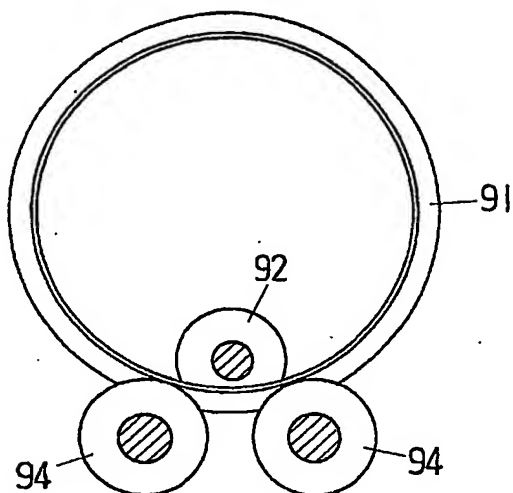


【図 9】

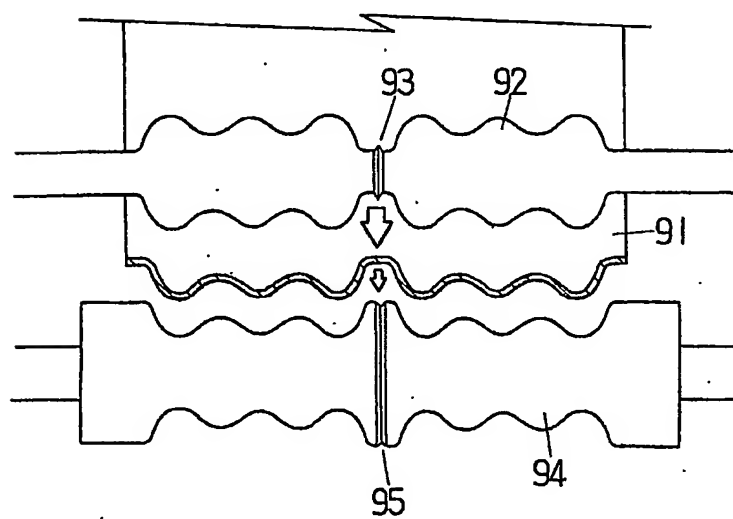


【図 10】

(a)

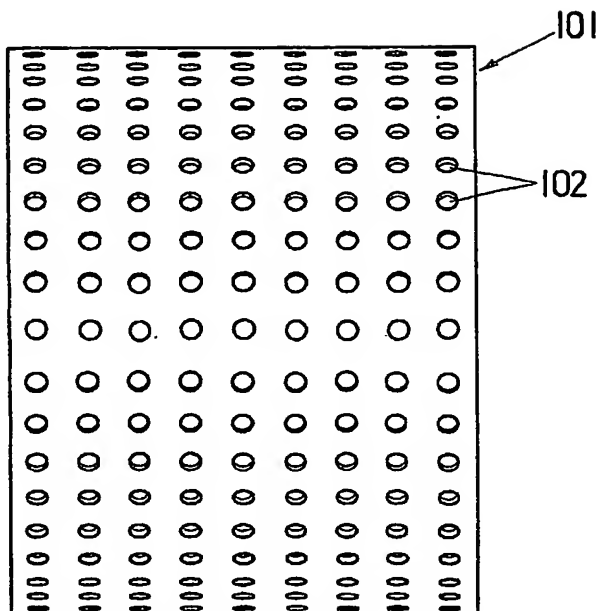


(b)

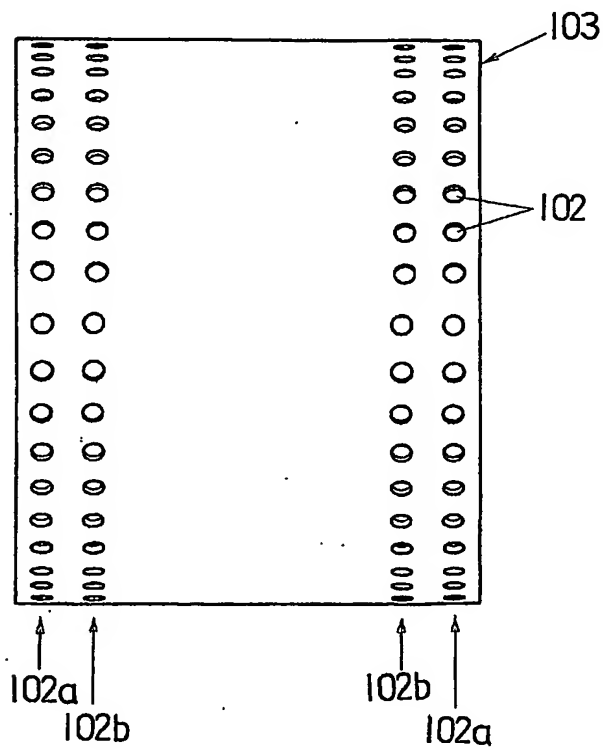




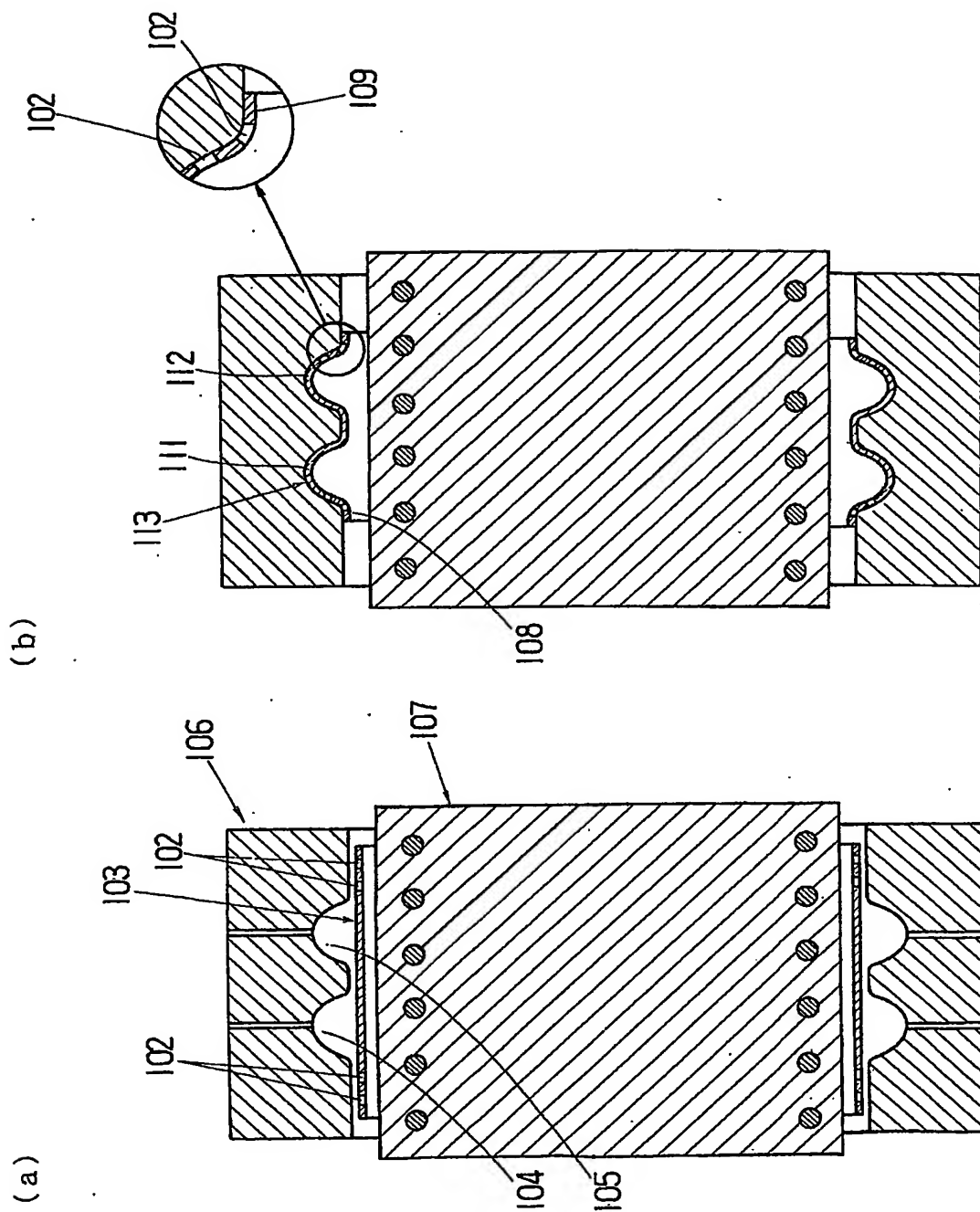
【図 1 1】



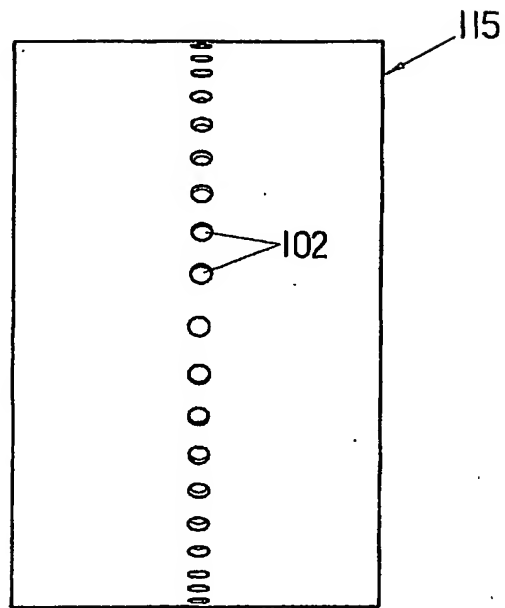
【図 1 2】



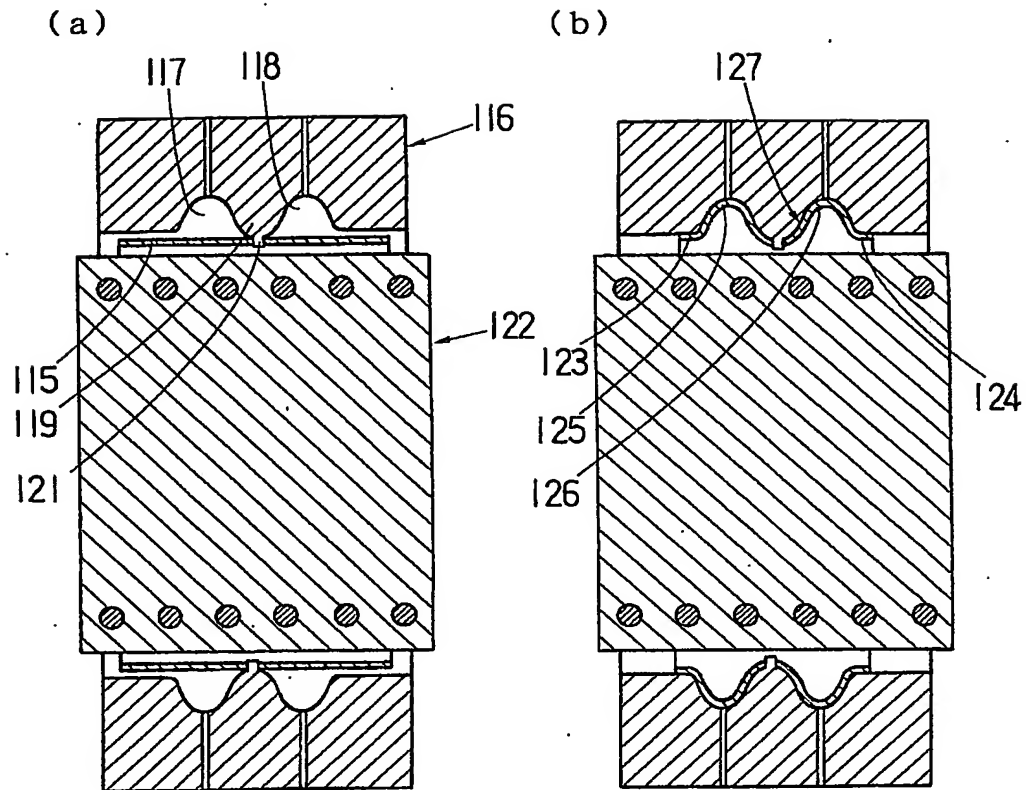
【図 13】



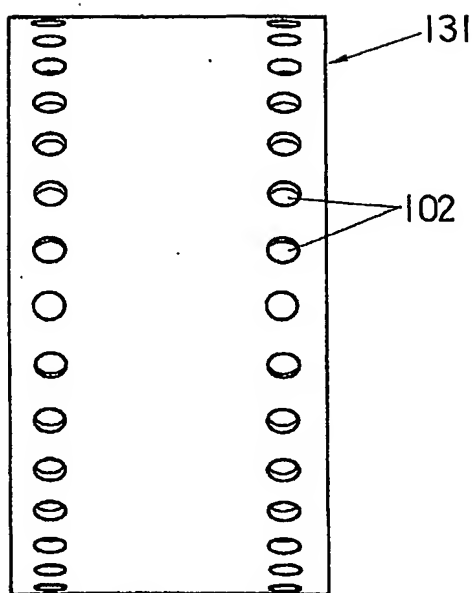
【図 14】



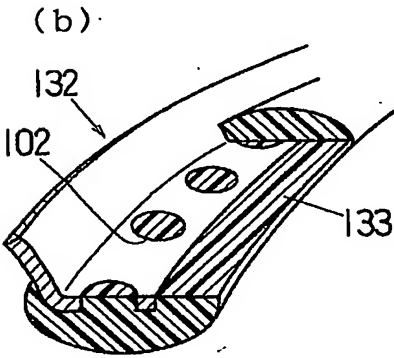
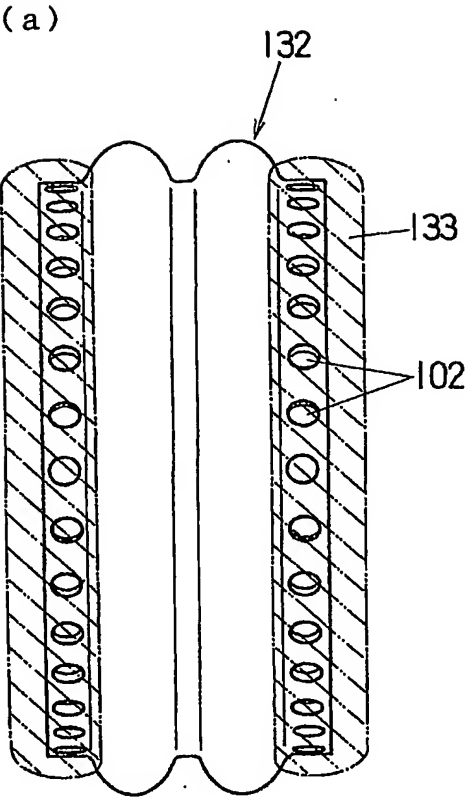
【図15】



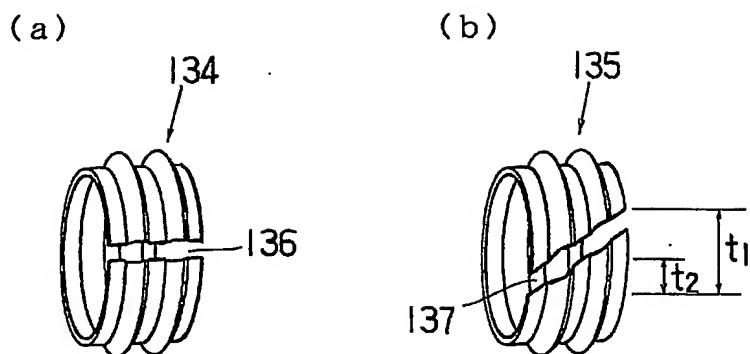
【図 16】



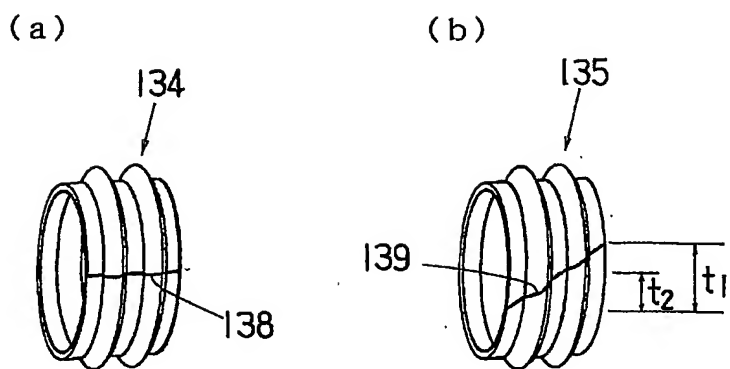
【図 17】



【図 18】

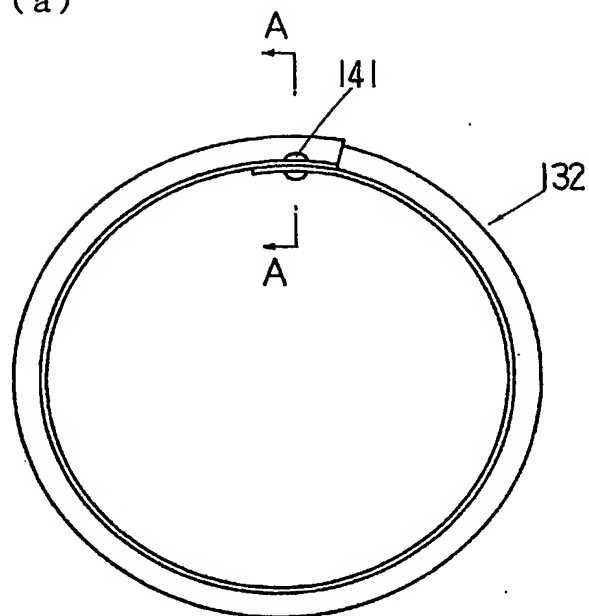


【図 19】

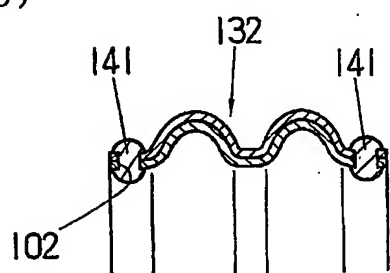


【図 20】

(a)



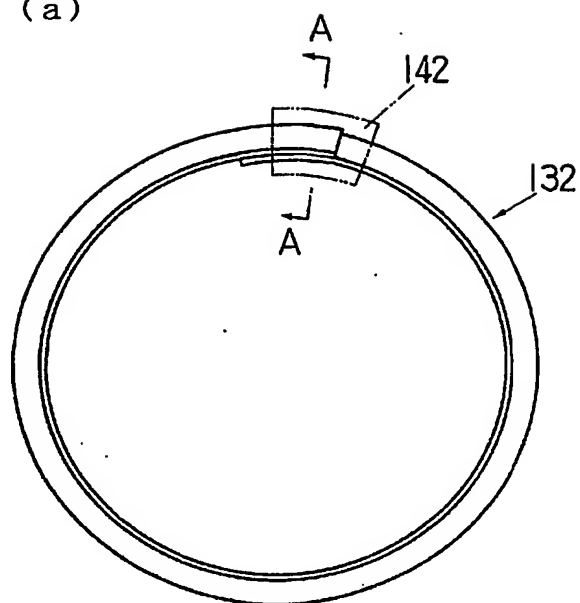
(b)



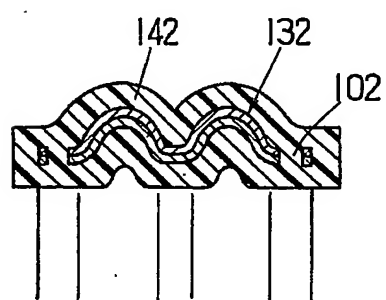


【図 21】

(a)

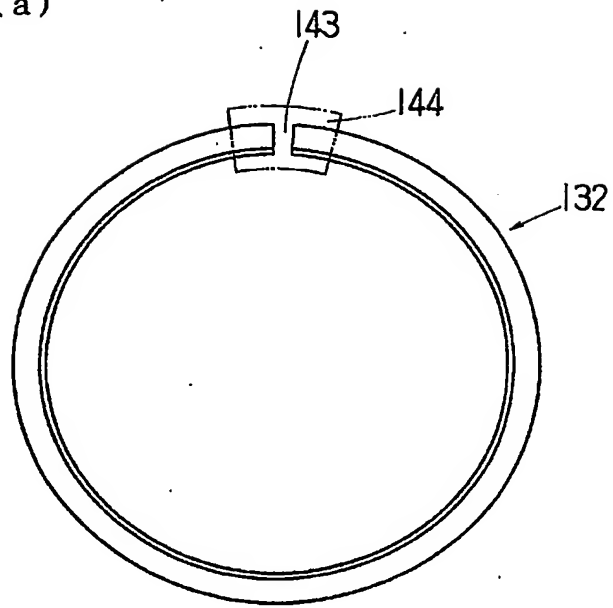


(b)

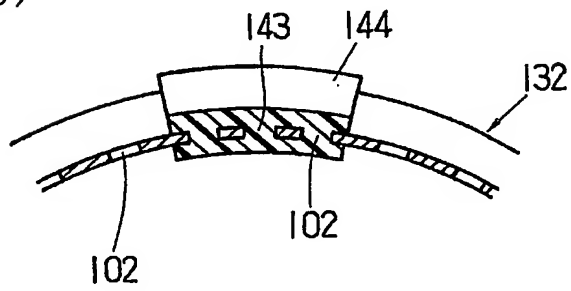


【図 2 2】

(a)

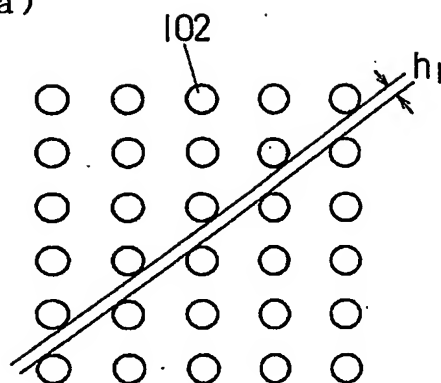


(b)

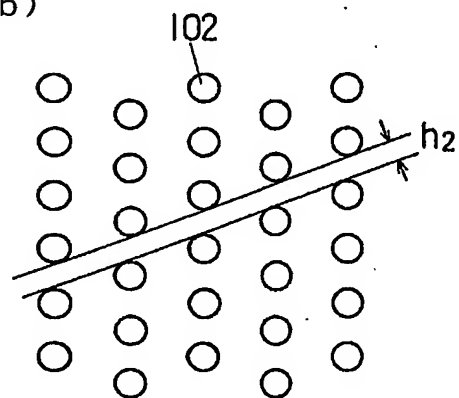


【図 23】

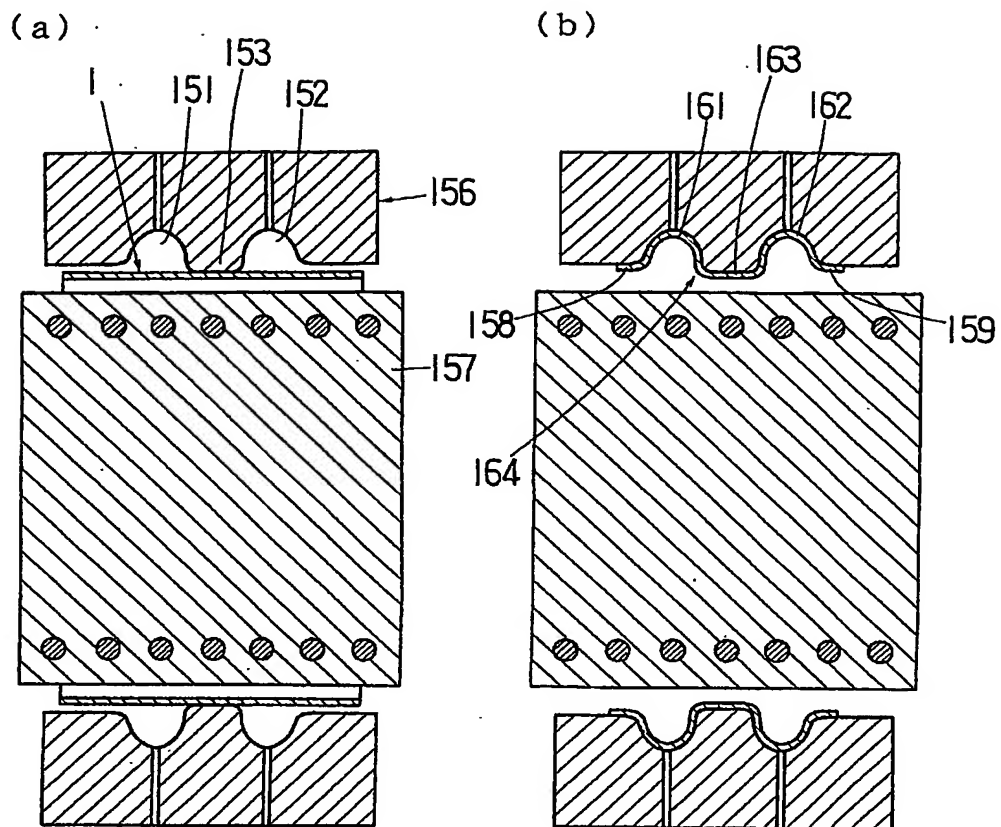
(a)



(b)

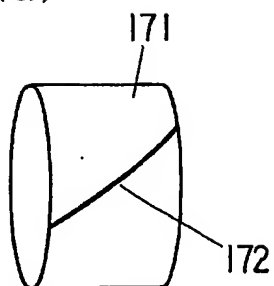


【図 24】

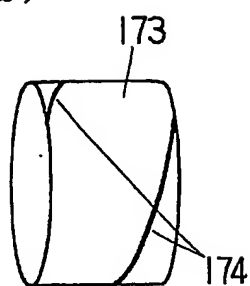


【図 25】

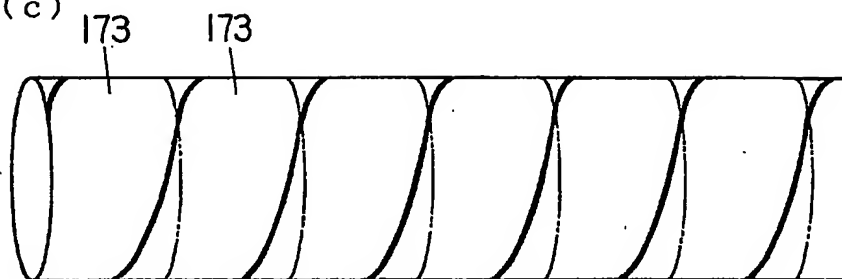
(a)



(b)



(c)



(d)

